

PAT-NO: JP02002358608A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002358608 A

TITLE: MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURING METHOD

PUBN-DATE: December 13, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ONO, SHIGERU	N/A
FURUSAWA, KENJI	N/A
YAMASAKA, MINORU	N/A
IMANAKA, RITSU	N/A
CHUMA, AKIRA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP2001159808

APPL-DATE: May 29, 2001

INT-CL (IPC): G11B005/39, G01R033/09, G11B005/40, H01F010/28, H01L027/22, H01L043/02, H01L043/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetoresistive effect magnetic head having high resistance to external factors due to static electricity or the like, and excellent high frequency characteristics.

SOLUTION: In a silicon layer 4 installed on a substrate 1 by being held between insulating layers 3, 5, clamp circuits 14, 15, 16, 17 having diodes and a circuit 7 for recording, reproducing and amplification are formed, and at least one or more clamp circuits are provided to select two from a first magnetic shield 18, a second magnetic shield 22, a first electric pole 19, a second electric pole 20 and a substrate 1 constituting a magnetoresistive effect element and electrically connect these two parts. Thus, destruction of a magnetoresistive effect film 21 by external factors introduced in a manufacturing process can be prevented.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-358608
(P2002-358608A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	2 G 0 1 7
G 0 1 R 33/09		5/40	5 D 0 3 4
G 1 1 B 5/40		H 0 1 F 10/28	5 E 0 4 9
H 0 1 F 10/28		H 0 1 L 27/22	
H 0 1 L 27/22		43/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-159808(P2001-159808)

(22) 出願日 平成13年5月29日 (2001. 5. 29)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大野 茂

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 古澤 賢司

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

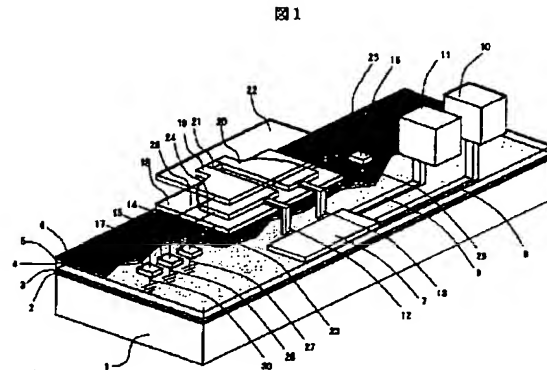
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド及び磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 静電気等による外来要因に強く、かつ高周波特性に優れた磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 基板1上に絶縁膜3、5で挟まれるようにして設けられたシリコン層4にダイオードを有するクランプ回路14、15、16、17と記録再生増幅用回路7を形成し、磁気抵抗効果型素子を構成する第一磁気シールド18、第二磁気シールド22、第一電極19、第二電極20、基板1から2つを選択して両者を電氣的に接続するためのクランプ回路を少なくとも1つ以上設けた。こうすることにより、製造工程中に導入される外来要因による磁気抵抗効果膜21の破壊を防止することが可能になった。



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気抵抗効果膜の積層面に直交する面で前記磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一電極と第二電極と、前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で前記磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一磁気シールドと第二磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型素子と、記録再生増幅回路の少なくとも一部を構成する能動素子を含む集積回路と、能動素子を含むクランプ回路と、基板とを備え、前記磁気抵抗効果型素子が前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行にセンス電流を流すことにより前記磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、前記第一磁気シールド、前記第二磁気シールド、前記第一電極、前記第二電極、または前記基板から2つを選択して両者を電気的に接続するための前記クランプ回路を少なくとも1つ以上設け、かつ前記磁気抵抗効果型素子と前記集積回路と前記クランプ回路とが基板の上方に配設されてなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で前記磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一電極と第二電極と、前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で前記第一電極及び第二電極を挟むように設けられた第一磁気シールドと第二磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型素子と、記録再生増幅回路の少なくとも一部を構成する能動素子を含む集積回路と、能動素子を含むクランプ回路と、基板とを備え、前記磁気抵抗効果型素子が前記磁気抵抗効果膜の積層面に垂直にセンス電流を流すことにより前記磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、前記第一磁気シールド、前記第二磁気シールド、前記第一電極、前記第二電極、または前記基板から2つを選択して両者を電気的に接続するための前記クランプ回路を少なくとも1つ以上設け、かつ前記磁気抵抗効果型素子と前記集積回路と前記クランプ回路とが基板の上方に配設されてなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項3】前記第一電極と第二電極とが、各々第一磁気シールドと第二磁気シールドとして機能することを特徴とする請求項2に記載の磁気ヘッド。

【請求項4】前記クランプ回路が、2つのダイオードを互いに逆極性に並列接続してなることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項5】前記クランプ回路が、互いに逆極性に並列接続された2つのダイオードからなる回路を2つ以上直列接続されてなることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項6】前記クランプ回路が、同極性に直列接続された2つ以上のダイオードから成る2組の同じ回路を互いに逆極性に並列接続していることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項7】前記クランプ回路を作動させる閾電圧値が、前記磁気抵抗効果膜にセンス電流が流れることによ

って前記第一電極及び前記第二電極の間に発生する電圧値より大きいことを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項8】前記集積回路は、初段増幅回路とバイアス電流回路とを備えてなることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項9】前記基板は、少なくともバッファ層と、絶縁層と、シリコン層とを備え、該シリコン層に前記集積回路と前記クランプ回路とが形成されてなることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項10】前記基板が Al_2O_3-TiC であることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気ヘッド。

【請求項11】基板上に第一バリア層と第一絶縁層とシリコン層とを形成する工程と、前記シリコン層に少なくとも能動素子を含んで構成された記録再生増幅用集積回路と能動素子を含んで構成されたクランプ回路を形成する工程と、前記記録再生増幅用集積回路とクランプ回路とを覆うようにして第二絶縁層と第二バリア層とを形成する工程と、該第二バリア層上に磁気抵抗効果型素子を形成する工程とを備えてなる磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】前記磁気抵抗効果型素子は磁気抵抗効果膜の積層面に平行にセンス電流を流すことにより前記磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、第一電極と第二電極とが前記磁気抵抗効果膜の積層面に直交する面で該磁気抵抗効果膜を挟むように設けられ、かつ第一磁気シールドと第二磁気シールドとが前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で前記第一電極及び第二電極を挟むように設けられてなることを特徴とする請求項11に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】前記磁気抵抗効果型素子は磁気抵抗効果膜の積層面に垂直にセンス電流を流すことにより前記磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、第一電極と第二電極とが前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で該磁気抵抗効果膜を挟むように設けられ、かつ第一磁気シールドと第二磁気シールドとが前記磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で前記第一電極及び第二電極を挟むように設けられてなることを特徴とする請求項11に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】前記第一電極と第二電極とが、各々第一磁気シールドと第二磁気シールドとして機能させるようにしたことを特徴とする請求項13に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】前記クランプ回路を形成する工程において、前記クランプ回路が2つのダイオードを互いに逆極性に並列接続されるように形成することを特徴とする請求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】前記クランプ回路を形成する工程において、前記クランプ回路が互いに逆極性に並列接続されるように形成された2つのダイオードからなる回路を2つ以上直列接続されるように形成することを特徴とする請

求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】前記クランプ回路を形成する工程において、前記クランプ回路が同極性に直列接続されるように形成された2つ以上のダイオードから成る2組の回路を互いに逆極性に並列接続してなるように形成することを特徴とする請求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項18】前記クランプ回路を作動させる閾電圧値が、前記磁気抵抗効果膜にセンス電流が流れることによって前記第一電極及び前記第二電極の間に発生する電圧値より大きくなるようにしたことを特徴とする請求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項19】前記記録再生増幅用集積回路の形成工程において、前記集積回路が少なくとも初段増幅回路とバイアス電流回路とを含むように形成することを特徴とする請求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【請求項20】前記基板が $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ であることを特徴とする請求項11または12に記載の磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果を利用して磁気記録媒体からの磁界を検出する磁気ヘッドとその製造工程に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータの高性能化に伴い、外部記憶装置である磁気ディスク装置の記録密度は年率100%以上で増加を続けている。これに対応するため、磁気ヘッドは小型化が要求され、情報の読み出し用磁気ヘッドには磁気抵抗効果型磁気ヘッド(MRヘッド)が用いられるようになった。さらなる小型化に対応するために、現在ではMRヘッドより検出感度の高い巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド(GMRヘッド)が使われている。

【0003】MRヘッドやGMRヘッド等の薄膜磁気ヘッドには、読み出し時に読み出し領域以外からの磁力線を遮断するための磁気シールドが、MR素子またはGMR素子の上下に絶縁膜を介して備えられている。しかしながら、上記したMR素子またはGMR素子の微細化に伴い、MR素子またはGMR素子と磁気シールド間の絶縁膜の膜厚を減少させざるを得ず、そのために絶縁膜の絶縁耐圧は数十V程度になってしまう。

【0004】このとき、MR素子またはGMR素子を挟むようにして形成された磁気シールドは一種のコンデンサを形成するので、コンデンサの容量 $C=1\text{pF}$ 、絶縁膜の絶縁破壊電圧を30Vとすれば、わずか30ピコクーロンの電荷がMR素子またはGMR素子に印加しただけでその素子は絶縁破壊を起こし、磁気ヘッドとしての機能を喪失することになる。

【0005】また、今後実用化が検討されているTMRヘッドでは非常に薄い絶縁層を挟むようにして形成される強磁性膜の上下に情報読み出し用電極及び磁気シールドが設けられる。そして、強磁性膜に挟まれた薄い絶縁層に流れるトンネル電流を用いて媒体からの磁界を検出する。従って、TMRヘッドを実現するためには絶縁破壊をもたらしなない1nm程度の優れた絶縁膜が必要であるが、膜厚が1nm程度の絶縁膜の場合、絶縁破壊電界が熱酸化法を用いて形成された良質のシリコン膜(20MV/cm程度)と同程度であると仮定しても、TMRヘッドに使用される絶縁膜は2V程度で絶縁破壊を起こすことが予想される。

【0006】しかしながら、現状のプロセスにおいては形成される絶縁膜の微小欠陥等によって、その絶縁破壊電圧は理論値より低下し、1V以下程度になると推定される。従って、絶縁膜の両面に発生する電圧によって起こる絶縁破壊(電圧モードの破壊)はGMRヘッドよりもTMRヘッドの方が起こりやすいと考えられる。

【0007】一方、MRヘッド、GMRヘッドに用いられている磁性膜は物質によって差はあるものの、200℃から400℃程度で磁気特性が変化してしまうことが報告されている。また、素子の微細化に伴い、素子を流れる電流によって1nJ程度の熱量が発生し、素子が焼損することが報告されている。これらの破壊は電流モードの破壊と呼ばれている。

【0008】電圧モード及び電流モードによる素子破壊は、いずれも磁気ヘッドの帯電、または帯電した製造環境から磁性膜に電荷が流入することに起因する。こうした素子破壊を防止するために、磁気ヘッド素子を基板上に作り込むウェハ工程、スライダ加工を行う加工工程、ディスク装置に組み上げる組立工程の各工程で様々な素子保護方法が検討されている。例えば、コロナ放電などにより電離させた空気を帯電した物体に輸送して電荷を中和するイオナイザーを用いたり、作業者や治具を接地するなどの方法が採られている。また、組立工程においては、GMR端子同士をショートする方法が提案されている。

【0009】一方、ウェハ工程における対策として、例えば特開平8-45033号公報、米国特許US5587857号、US5559051号、US5757591号、特開2000-306221号公報等ではダイオードを含む保護回路を用いて磁気シールドとGMR端子間等に規定値以上の電圧が印加されない工夫が報告されている。また、米国特許US5712747号、US5771571号では再生回路の一部を形成したシリコン基板を接合して回路のインピーダンスを増加させることにより静電気電流を抑制する技術が報告されている。

【0010】一方では、コンピュータの高性能化によってデータの記録・再生も高速で行うようになり、磁気ヘッドの高速応答性も併せて要求されている。そのため、

特開平5-159232号公報や特開2000-207718号公報には磁気ヘッド素子と記録再生増幅集積回路とを同じ基板上に形成する技術が報告されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】IT時代になってより一層の情報的高速処理化が要求され、同時に情報を記録する磁気ディスク装置においても例外ではない。従って、磁気ディスク装置の記録密度を向上させるためには、そこに使用されている磁気ヘッドの感度特性を改善することが必要である。そのためには、例えばTMRヘッドの場合、ヘッド部を構成する絶縁膜の膜厚を極限まで薄くし、かつ外乱等による絶縁破壊を防止しなければならない。しかしながら、上述したように現状のプロセス技術においては完全な絶縁膜を形成することは至難の技であって、磁気ヘッド形成工程、即ち磁気ヘッド素子を形成するウェハ工程、スライダ加工を行う加工工程、サスペンションに取り付けディスク装置として組み立てる組立工程等における外乱に対する工夫が必須である。そして、上記した工程毎に対策方法が異なると工程数の増加を招くことになり、可能であれば全工程に亘って効果の期待できる保護方法が望ましい。

【0012】上記した特開平8-45033号等に記載の従来技術は、ダイオードを含む保護回路を磁気シールド、GMR端子間に設けることにより、磁気シールドとGMR端子間に規定値以上の過電圧が発生した際にバイパスさせるものである。この方法であれば電流モード、電圧モードとも素子を保護することができる。しかしながら、この方法はGMR素子の製造方法と保護素子の製造方法との整合性が悪い。すなわち、ダイオードを含む保護回路の製造工程において500℃以上の形成温度を必要とし、一方ではGMR素子の耐熱性が低いため、両者の製造工程を一緒にして実現することが困難である。更にまた、半導体は金属汚染を嫌うため、磁性体膜の形成中にダイオードを含む保護素子を形成することは不可能である。

【0013】磁気ヘッドと保護回路との製造プロセスにおける整合性を考慮すれば、上記した米国特許US5587857号、US5559051号、US5757591号、特開2000-306221公報等に記載の従来技術が有効と考えられる。しかしながら、これらの従来技術では磁気ヘッドの高周波特性を向上したり、ノイズを低減することはできないため、将来要求される磁気ヘッドの高速応答性とノイズ耐性の両立を図ることが困難である。

【0014】ところで、特開平5-159232号公報、特開2000-207718号公報、米国特許US5712747号、US5771571号、US5587857号、US5559051号に記載の従来技術は、磁気ヘッド素子と保護回路部分とを個別に作製し、組み立て時に両者を接合するものである。そのため、両

者の接合後では磁気ヘッドに対する絶縁破壊耐性を向上させることができるが、磁気ヘッド素子の製造プロセスにおける絶縁破壊防止には全く無力であると言っても過言ではない。

【0015】本発明の目的は上記した従来技術の課題を解決し、磁気ヘッドとして重要な特性のひとつである高記録密度と高速応答性とを両立させ、かつ磁気ヘッドの製造プロセスの過程で導入される外乱ノイズから磁気ヘッド自身を保護することの可能な磁気ヘッドを実現することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明では磁気抵抗効果膜の積層面に直交する面で磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一電極と第二電極と、磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一磁気シールドと第二磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型素子と、記録再生増幅回路の少なくとも一部を構成する能動素子を含む集積回路と、能動素子を含むクランプ回路と、基板とを備え、この磁気抵抗効果型素子が磁気抵抗効果膜の積層面に平行にセンス電流を流すことにより磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、第一磁気シールド、第二磁気シールド、第一電極、第二電極または基板から2つを選択して両者を電氣的に接続するためのクランプ回路を少なくとも1つ以上設け、かつ磁気抵抗効果型素子と集積回路とクランプ回路とが基板の上方に配設するようにして磁気ヘッドを形成した。

【0017】また本発明では、磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で磁気抵抗効果膜を挟むように設けられた第一電極と第二電極と、磁気抵抗効果膜の積層面に平行する面で第一電極及び第二電極を挟むように設けられた第一磁気シールドと第二磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型素子と、記録再生増幅回路の少なくとも一部を構成する能動素子を含む集積回路と、能動素子を含むクランプ回路と、基板とを備え、この磁気抵抗効果型素子が磁気抵抗効果膜の積層面に垂直にセンス電流を流すことにより磁気抵抗効果膜における抵抗変化を検出するものであって、第一磁気シールド、第二磁気シールド、第一電極、第二電極または基板から2つを選択して両者を電氣的に接続するためのクランプ回路を少なくとも1つ以上設け、かつ磁気抵抗効果型素子と集積回路とクランプ回路とが基板の上方に配設するようにして磁気ヘッドを形成した。そしてまた、上記した第一電極と第二電極とが、各々第一磁気シールドと第二磁気シールドとして機能させるようにした。

【0018】そして本発明では、クランプ回路は2つのダイオードを互いに逆極性に並列接続させて構成する、または、互いに逆極性に並列接続された2つのダイオードからなる回路を2つ以上直列接続させて構成するようにした。更にまた、クランプ回路が、同極性に直列接続

された2つ以上のダイオードから成る2組の同じ回路を互いに逆極性に並列接続させて構成した。

【0019】そして、このクランプ回路を作動させる閾電圧値が、磁気抵抗効果膜にセンス電流が流れることによって第一電極及び第二電極の間に発生する電圧値より大きくなるように構成した。

【0020】本発明では、集積回路は少なくとも初段増幅回路とバイアス電流回路とを備えるようにして構成した。更に本発明では、基板は Al_2O_3-TiC や SiC 等の非磁性体材料からなり、この基板上に少なくともバッファ層と、絶縁層と、シリコン層とを備えるようにして、かつシリコン層に上記した集積回路とクランプ回路とを形成するようにした。

【0021】磁気ヘッドを上記した構成にすることによって、第一磁気シールド、第二磁気シールド、第一電極、第二電極または基板の何れかの間で規定以上の電位差が生じたとき、クランプ回路を介して導通状態になって上記の電位差が解消され、磁気抵抗効果型素子自身が破壊されるのを防止することが出来る。また、第一電極及び第二電極に接続されている記録再生増幅用集積回路は上記したクランプ回路と同様に、基板上に設けたシリコン層に形成されているため、磁気抵抗効果型素子との距離を短くすることが出来る。これによって磁気抵抗効果型素子と記録再生増幅用集積回路との間に存在する信号伝送線路に導入される外来ノイズを低減することが可能となり、磁気ヘッドの高速応答性を同時に実現することが出来る。

【0022】また、基板上には汚染原子の拡散防止用のバリア層と絶縁層とシリコン層とが形成されており、またこのシリコン層にクランプ回路や記録再生増幅用集積回路等の半導体回路を形成した後、再び絶縁層及びバリア層を形成してから磁気ヘッドを形成するようにしているので、磁気ヘッドプロセスにおける汚染が半導体回路の劣化を招くような汚染を阻止することが可能である。

【0023】上記の構成及びプロセスを用いることによって、プロセス（磁気ヘッド形成工程、スライダ加工工程、組立工程等）中において導入される外乱から磁気ヘッド自身の破壊を防止することが可能である。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態について詳細に説明をする。図1は磁気抵抗効果素子の積層面に平行にセンス電流を流すことにより磁気抵抗効果素子の抵抗変化を検出するタイプの磁気ヘッドを説明するための斜視図である。この図では、通常、再生素子の上に形成される記録素子とそれに付随する回路、及び記録再生増幅用集積回路を設けたことに付随する回路は省略されている。

【0025】一般に、磁気ヘッド上に形成されている再生ヘッドは、第一再生端子10、第二再生端子11、磁気抵抗効果膜21を挟んで形成された第一電極19及び

第二電極20、それらを結線するための導線8、9、12、13から構成されている。磁気抵抗効果素子21に一定のセンス電流を流したり、外部磁界による磁気抵抗効果素子21の抵抗変化を検出するための記録再生増幅用回路7は磁気ヘッドの外部に配置されており、再生端子10及び11に接続される外部配線（図示せず）で結線されている。

【0026】本実施例では、再生端子10及び11が記録再生増幅用回路7を介して第一電極19及び第二電極20に各々接続され、かつ第一電極19、第二電極20、第一磁気シールド18、第二磁気シールド22が各々クランプ回路14、15、16、17を介して基板1と電気的に接続されている。そして、記録再生増幅用回路7及びクランプ回路14～17はシリコン層4に形成されており、このシリコン層4の上下に設けられた絶縁膜3及び5並びにバリア層2及び6によって、記録再生増幅用回路7及びクランプ回路14～17は基板1及び磁気抵抗効果型素子と分離されている。

【0027】図1に示す実施例では、第一磁気シールド18、第一電極19、第二電極20、第二磁気シールド20と基板1との間に規定値以上の電圧差が生じたとき、この電圧に基づく電流がクランプ回路14、15、16、17を通して基板1に流れ、電圧差によって引き起こされる磁気抵抗効果膜21の損傷を防止するようにした。

【0028】図2(a)は第一磁気シールド18、第一電極19、第二電極20、第二磁気シールド20とクランプ回路14、15、16、17を通して基板1までの等価回路を表わしている。図中に示したダイオードD1～D8は、ダイオードの両端に印加される電圧が閾電圧値以下ではほとんど電流が流れないが、閾電圧値を越えるとその抵抗値がほとんど0Ωになり、急激に電流が流れるタイプのものである。ただし、閾電圧値はセンス電流によって磁気抵抗効果素子21の両端に生じる電圧よりも大きくなるように設定する必要がある。

【0029】また図2(a)では、各々のクランプ回路が2つのダイオード、例えばD1とD2との極性を互いに逆極性になるように並列接続させているが、他の回路構成であってもかまわない。また必要とするクランプ回路の個数は、図2(a)に例示したように4つに限定するものではない。このクランプ回路の目的は、第一電極19、第二電極20、第一磁気シールド18、第二磁気シールド22、基板1のうち、任意の2つを選択する組み合わせのいずれかにおいて、選択された2者間に配された絶縁膜または磁気抵抗効果膜に対する過電圧を防止することであるので、これ以外の接続方法であってもかまわない。例えば、第一磁気シールド膜18の絶縁膜厚が1μm以上あり、その絶縁耐圧が1kV以上であるならば、第一磁気シールド膜18自身の絶縁破壊は起こりにくいと考えると、図2(b)に示す等価回路にすること

も可能である。

【0030】次に、磁気ヘッドの高速応答性について検討する。一般の良く知られた磁気ヘッドの場合、再生端子10、11に接続された外部導体により記録再生増幅用集積回路と接続されている。従って、この外部導体は磁気ヘッドの構成寸法に比べて遙かに長く、磁気ヘッドと記録再生増幅集積回路との間の信号伝送線路は図3で示す分布定数回路で記述される。

【0031】この図からも明らかなように、磁気抵抗効果型素子21と記録再生増幅集積回路31との間の距離が大きくなれば、両者を構成する部材の抵抗成分、インダクタンス成分、キャパシタンス成分等が比例して増大することになる。即ち、伝送線路が長くなるほどそこを伝播する信号波形の歪みや減衰が生じやすくなり、信号転送速度が速くなるにつれてその影響を無視することが出来なくなる。一方では伝送線路が長くなると、それ自身がアンテナのように働き、外部からのノイズを受け易くなる。そして、伝達信号とノイズの強度比(S/N比)が著しく低下し、磁気ヘッドとしての機能が損なわれる結果を招くようになる。

【0032】これを防止するために、図1に示した実施例においては記録再生増幅用集積回路7を磁気抵抗効果型素子を形成する基板上に形成するようにした。これにより、磁気抵抗効果膜21と記録再生増幅集積回路7との間の抵抗成分、インダクタンス成分、キャパシタンス成分等を最小限に抑えることができ、高速で信号転送を行うことができる。また、同時に外来ノイズに対するS/N比を向上することができる。

【0033】しかしながら、ここで注意しなければならないことは、図1に示した実施例において記録再生増幅用集積回路7を形成することのできる面積は磁気抵抗効果型素子の寸法による制限を受けることである。例えば、ピコスライダーと呼ばれる磁気抵抗型素子では、その大きさが1.0×0.3mmである、次世代のフェムトスライダーではと呼ばれる磁気抵抗型素子では、その大きさが0.7×0.23mmである。従って、記録再生増幅用集積回路7の全ての構成要素が磁気抵抗型素子の近傍に配置されているのが好ましいが、それが困難であるような場合には記録再生増幅用集積回路7を構成する部品のうち、磁気抵抗効果型素子を静電気等の外来要因から保護するために必要な回路を厳選して配置することが重要である。

【0034】図4にその一例を示すが、少なくとも初段増幅回路と磁気抵抗効果膜(MR膜)にセンス電流を流すためのバイアス回路を記録再生増幅用集積回路7として磁気抵抗効果型素子の近傍に配置して、残りの必要な回路部品はチップ・オン・サスペンション技術などを利用して磁気抵抗効果型素子の外部に設けることが望ましい。図4に示した回路は一例であり、記録再生増幅用集積回路7の構成要素は上述したものだけに限るものでは

ない。また、場合によっては記録端子、再生端子それぞれ2個では不足し、新たに端子を追加する必要がある。

【0035】ところで、上記した磁気抵抗効果型素子や記録再生増幅用集積回路は何れも複雑なプロセスを経て形成されるものであって、100%の製造歩留りで製造することは至難の技であると考えられる。従って、本実施例における磁気ヘッドの歩留りは、記録再生増幅用集積回路の歩留り×磁気抵抗効果型素子の歩留りで決まり、磁気抵抗効果型素子の近傍に記録再生増幅用集積回路を配置して外来ノイズに強い高速応答性を実現するメリットと記録再生増幅用集積回路を内蔵することによって引き起こされる歩留りの低下というデメリットとを十分に考慮することが必要である。

【0036】磁気抵抗効果型素子の製造プロセスはほぼ確立しているので、仮にAl₂O₃-TiCやSiC等の非磁性体の上に設けられたシリコン膜に記録再生増幅用集積回路を形成するときの歩留りが磁気抵抗効果型素子の場合に比較して著しく小さい場合には、図5に示すような工夫が必要である。

【0037】図5は他の実施例である磁気ヘッドの概略構造図であり、図1との違いは2つの記録再生増幅用集積回路またはその一部の回路7a及び7bをシリコン層4に設けた点である。そして、記録再生増幅用集積回路またはその一部の回路7a及び7bの上に磁気抵抗効果型素子を形成する前に上記した集積回路の動作試験を行い、正常に働く回路を選んでから磁気抵抗効果型素子を形成することが有効である。図5に例示した場合は記録再生増幅用集積回路またはその一部の回路7aが不良として7bに接続した例であるが、集積回路に故障がなければ原理的にはどちらに接続してもかまわない。

【0038】また、記録再生増幅用集積回路またはその一部の回路7a及び7b及び磁気抵抗効果型素子を形成してから検査して、記録再生増幅用集積回路またはその一部の回路7aまたは7bの何れかを選択してもよい。この場合には、不要な集積回路の導線を切断すれば良い。尚、集積回路の数はシリコン層4に形成可能であれば2つに限定されるものではない。

【0039】次に、図1に示した磁気ヘッドの製造方法について説明する。図6に、概略のプロセスフローを示す。図6(a)に示すように、先ず磁気ヘッドを形成するための基板1を用意する。この基板1の材質として、よく使用されるAl₂O₃-TiCの他に、SiC、Si等の非磁性体が考えられるが、これらに限定するものではない。本実施例では基板1にAl₂O₃-TiCを用いた場合について説明する。

【0040】この基板1の上にバリア膜2を堆積させる。このバリア層2は後の工程で形成されるシリコン層4に対する不純物金属の拡散を防止する目的であって、シリコンナイトライド膜を用いたが、同じ機能を持つ膜であればいかなる材質の膜であってもかまわない。ま

た、本実施例で述べる薄膜形成方法は化学的気相成長法(CVD)、スパッタリング法、蒸着法など、所望の膜が形成できれば利用し得るいずれの方法を用いてもかまわない。

【0041】次に図6(b)に示すように、バリア膜2の上にSiO₂膜3等の絶縁膜をシリコン膜4形成用の下地膜として形成し、クランプ回路14、15、16、17と基板1との間のコンタクト27、28、29、30を形成する。

【0042】その後、図6(c)に示すように、SiO₂膜3の上にシリコン層4を形成する。このシリコン層4はエピタキシャル成長されて単結晶であることが望ましいが、多結晶であってもかまわない。ただし、このシリコン層4の膜質がここに形成されるクランプ回路14、15、16、17や記録再生増幅用集積回路7等の性能を支配するので、上記した半導体回路の仕様に適したシリコン膜を形成可能なプロセスを選択する必要がある。

【0043】シリコン層4上に、上記した半導体プロセスを用いてクランプ回路14、15、16、17、記録再生増幅用集積回路7、再生端子10、11及び電極端子19、20と接続するための配線の一部8a、9a、12a、13aを形成する。

【0044】その後、上記したクランプ回路14、15、16、17や記録再生増幅用集積回路7を覆うようにして絶縁膜5及びバリア膜6を堆積する。そして、第一磁気シールド18、第一電極19、第二電極20、第二磁気シールド22とクランプ回路14、15、16、17間のコンタクト23a、24a、25a、26a、及び記録再生増幅集積回路7と再生端子10、11、電極端子19、20間のコンタクト8b、9b、12b、13bを形成する。

【0045】次に、図6(d)に示すように、第一磁気シールド18、第一電極19、磁気抵抗効果膜21、第二電極20、第二磁気シールド22を順次形成し、磁気抵抗効果型素子が完成する。

【0046】ここで、バリア膜2は基板1としてシリコンや純粋なSiCを用いる場合には必ずしも必要ではないが、本実施例の如くセラミックの焼結体を用いるような場合には、この焼結体の結合材として様々な金属が用いられているため、これらの金属がシリコン層4に拡散して記録再生増幅集積回路7等の機能を喪失させることを防止することが重要である。

【0047】図7は別の実施例であって、磁気抵抗効果膜33の積層面に垂直にセンス電流を流すことにより磁気抵抗効果膜33の抵抗変化を検出するタイプの磁気抵抗効果型磁気ヘッドの例である。図1に示した場合と比較して磁気抵抗効果素子における違いは、トンネル膜35bの積層面に平行する面でトンネル膜35bを挟むように磁気抵抗効果膜35a及び35cを形成し、更にト

ンネル膜35bの積層面に平行する面で磁気抵抗効果膜35a及び35cを挟むように第一電極兼第一磁気シールド34と第二電極兼第二磁気シールド36とを形成したことである。

【0048】また、第一電極兼第一磁気シールド34及び第二電極兼第二磁気シールド36とが各々クランプ回路37及び38を介して電気的に接地されている場合を示しているが、その等価回路を図8(a)および(b)に示した。ここで、図8(a)は2つのダイオードの極性を互いに逆極性にして並列接続したが、他の回路構成であっても構わない。そして、絶縁膜6の膜厚が1μm以上であって、その絶縁耐圧が1kV以上であるならば図9(b)に示した方法であっても同様の効果が得られる。

【0049】このような構成にすることによって、図1に示した場合と同様の効果、即ちクランプ回路37及び38によってトンネル膜35bが製造工程中に導入される静電気等の外来ノイズによって破壊されることを防止することが出来る。尚、図8の例では第一電極と第一磁気シールド及び第二電極と第二磁気シールドを共用して設けられているが、第一電極、第一磁気シールド、第二電極及び第二磁気シールドを個別に設けても同様の効果が得られることを確認した。

【0050】

【発明の効果】本発明により、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの特性を阻害することなく、その製造工程で導入される静電気等の外来要因から磁気抵抗効果膜自身の破壊を防止することが出来、かつ磁気ヘッドの高速応答を実現することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を説明するための磁気抵抗効果型磁気ヘッドの概略図である。

【図2】実施例である磁気ヘッドの等価回路を表わす図である。

【図3】磁気抵抗効果膜と記録再生増幅用集積回路との間の等価回路を表わす図である。

【図4】記録再生増幅用集積回路の一例を説明するための図である。

【図5】別の実施例を説明するための磁気抵抗効果型磁気ヘッドの概略図である。

【図6】実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造工程を説明するための概略図である。

【図7】他の実施例を説明するための磁気抵抗効果型磁気ヘッドの概略図である。

【図8】他の実施例である磁気ヘッドの等価回路である。

【符号の説明】

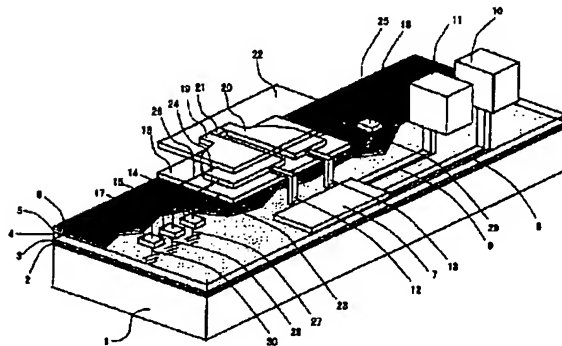
1…基板、2、6…バリア膜、3、5…絶縁膜、4…シリコン膜、7…記録再生増幅用集積回路、8、9…再生回路用の導体、14、15、16、17…クランプ回

13

路、18…第一の磁気シールド、19…第一の電極、20…第二の電極、21…磁気抵抗効果膜、22…第二の磁気シールド、23、24、25、26、27、28、29、30…クランプ回路用配線、31…記録再生増幅

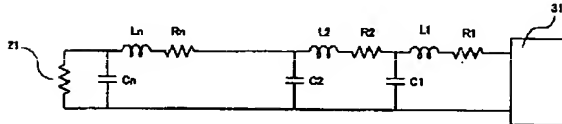
【図1】

図1



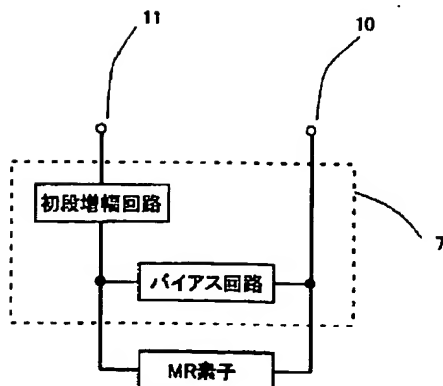
【図3】

図3



【図4】

図4

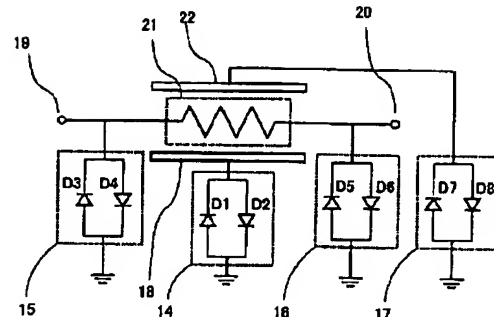


14

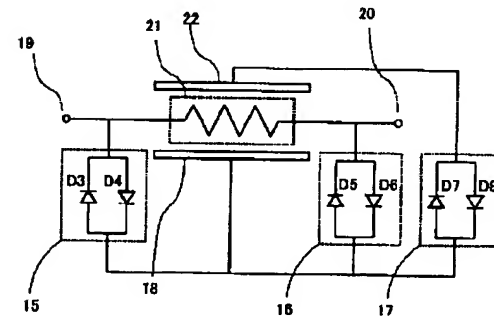
用集積回路、32、33…クランプ回路、34…第一の磁気シールド兼電極、35…磁気抵抗効果型素子、36…第二の磁気シールド兼電極、37、38、39、40…クランプ回路用配線

【図2】

図2



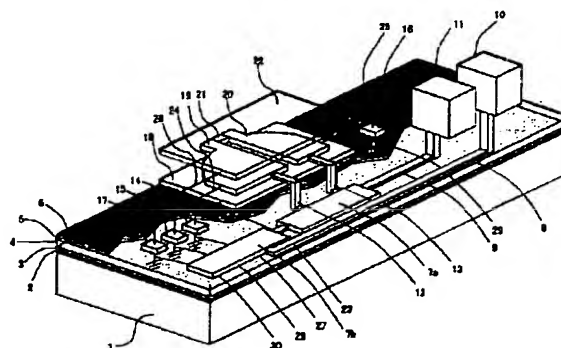
(a)



(b)

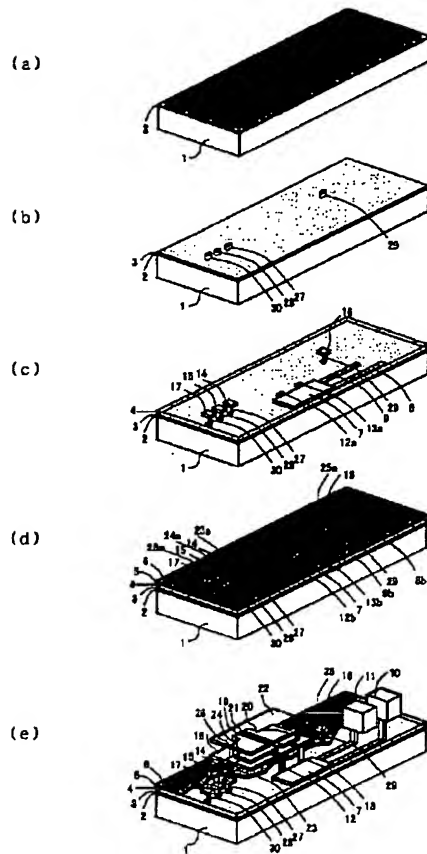
【図5】

図5



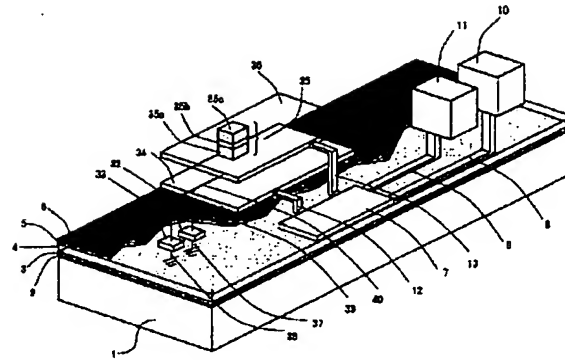
【図6】

図6



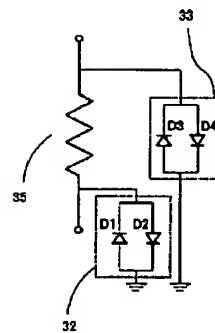
【図7】

図7

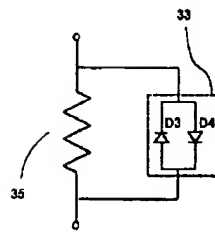


【図8】

図8



(a)



(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H01L 43/02
43/08

識別記号

F I

H01L 43/08
G01R 33/06

テームコード' (参考)

A
R

(72)発明者 山坂 稔
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内
(72)発明者 今中 律
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 中馬 顯
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内
Fターム(参考) 2G017 AA01 AB04 AD55 BA00
5D034 BA03 BA08 BA16 BB08 BB14
BB20 CA07
5E049 BA12 DB04